

## パルス超音速ジェット中で形成されたアセチレン微粒子の赤外分光

## Infrared spectroscopy of acetylene fine particles formed in a pulsed supersonic jet

# 平林 慎一[1], 平原 靖大[2]

# Shinichi Hirabayashi[1], Yasuhiro Hirahara[2]

[1] 名大院・環境・地球環境, [2] 名大・理・地球惑星

[1] Earth and Environmental Sci., Nagoya Univ, [2] Earth and Planetary Sci., Nagoya Univ

若い星や晩期型星周辺では、赤外観測により炭素質および珪酸塩星間塵の存在が確認されている。基本的な分子であるアセチレン ( $C_2H_2$ ) は、分子雲や C-rich 炭素星周辺などの星間空間のほかに、百武彗星やハールボップ彗星で観測されている。また、木星、土星、天王星、海王星や氷衛星タイタンでも検出されているが、氷としてはまだ見つからない。星間分子雲、タイタン、および海王星では固体アセチレンの存在が期待されており、固体アセチレンの分光学的研究は星間塵や彗星コアの形成・進化、および惑星・衛星の大気成分を解明する上で重要である。固体アセチレンは 133K で相転移を起こし、高温相では立方晶、低温相では斜方晶として存在するが、これまでの実験室での固体アセチレンの赤外分光においては、多くが低温基板上に凝縮させることにより斜方晶のスペクトルが測定されてきた。高温立方晶アセチレンの分光学的情報は乏しく、Dunder and Miller(1990)による低温ガスセル中での測定のみである。

我々は立方晶アセチレンのスペクトルを得るために、極低温かつ分子間衝突のほとんどない環境により過冷却状態を生成できるパルス超音速ジェット法を用いた。実験では、アセチレンを Ar 中に希釈し、背圧 3.5atm で直径 0.8mm のノズルからパルスの真空空間へ断熱膨張させた。赤外吸収スペクトル測定は step-scan 機能を有するフーリエ変換型赤外分光器 (FTIR) を用いて、波数分解能 0.25 および  $4cm^{-1}$  で行った。3270-3310 $cm^{-1}$  の領域に分子によるスペクトル線が見られ、スペクトル線の相対強度比から回転温度は約 12K であった。また、分子のスペクトル線の低波数側の 3232 $cm^{-1}$  付近にピークを持つ幅広いバンドが見られた。このブロードなバンドは 2 つのローレンツ成分の和でうまく再現することができ、2 つの成分のピーク波数は 3233、3242 $cm^{-1}$  であった。3233 $cm^{-1}$  にピークを持つ吸収バンドは、バンド幅が広く、個々の回転構造が分離できていない上に、ピーク位置とバンド幅が Dunder and Miller の測定した立方晶アセチレンによるものと一致したことから、立方晶アセチレン微粒子によると考えられる。もう一つの成分である 3242 $cm^{-1}$  にピークを持つバンドはピーク位置から固体アセチレンの先駆物質である大きなクラスターまたは超微粒子ではないかと思われる。また、 $C_2H_2$  の 2 重水素同位体である  $C_2D_2$  の吸収分光でも、 $C_2H_2$  の測定同様 2399、2406 $cm^{-1}$  にピークを持つ 2 成分でスペクトルを再現できた。測定された  $C_2H_2$  と  $C_2D_2$  のスペクトルの積分バンド強度比は固体のものと良く一致しており、固体生成を支持している。また、波数シフト比は同位体効果を良く示しており、超音速ジェット中での立方晶アセチレン微粒子の生成が確認できた。

様々な実験条件でのスペクトル測定も行った。異なる濃度の試料を使うことや背圧を変えることにより、超音速ジェット中での立方晶アセチレンの生成条件を変えることができる。まず、異なる濃度 (5, 10, 15, 20, 40% $C_2H_2/Ar$ ) の試料を用いて行った分光実験では、濃度が低いときの方が立方晶アセチレンの生成率が高いことがわかった。また、背圧を変えた実験 (150-450kPa) では、圧力が高いほど立方晶アセチレンの生成率が高かったが、ピーク位置の変化はみられず、斜方晶アセチレンを生成させることはできなかった。今回の実験条件範囲では、濃度・圧力に関わらず、立方晶アセチレンが生成していることがわかった。

今回得られた赤外吸収スペクトルは、今後の観測において立方晶アセチレンの同定の手がかりとなることが期待される。